COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 8 AVRIL 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 15 avril sera remise au mardi 16.

OPTIQUE. — *Sur le spectre cannelé*. Note de M. **H. Poincaré**.

« Il y aura bientôt cinquante ans que M. Fizeau, par une expérience célèbre, a cherché à mettre en évidence la permanence du mouvement lumineux pendant un très grand nombre d'oscillations.

» Si l'on fait interférer deux rayons de lumière blanche, dont la différence de marche est de plusieurs milliers de longueurs d'onde, on n'aperçoit pas de franges, mais si l'on fait tomber le faisceau sur un spectroscope,

on voit que le spectre est sillonné de bandes obscures qui correspondent aux radiations simples qui sont éteintes par l'interférence.

» La signification de cette expérience a été contestée en vertu des considérations suivantes :

» Soit

$$\xi = F(t)$$

l'équation du mouvement lumineux en un point donné, ξ étant le déplacement de l'éther.

» Une fonction quelconque pouvant être exprimée par l'intégrale de Fourier, nous pouvons écrire

$$F(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(q)\, e^{iqt}\, dq \tag{1}$$

ou

$$f(q) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} F(t)\, e^{-iqt}\, dt. \tag{2}$$

» Quelque compliqué que soit le mouvement lumineux, on pourra donc le considérer comme dû à la superposition d'une infinité d'ondes simples dont la période sera $\frac{2\pi}{q}$, dont l'amplitude sera $|f(q)|\, dq$ et la phase l'argument de $f(q)$.

» L'effet du spectroscope serait alors d'isoler ces ondes simples les unes des autres.

» Si l'on fait interférer deux rayons émanés d'une même source et dont la différence de marche est égale à h, l'équation du mouvement lumineux deviendra

$$\begin{aligned} \xi &= F(t) + F(t+h) \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} f(q)\left[e^{iqt} + e^{iq(t+h)}\right] dq \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} f(q)\, e^{iqt}(1 + e^{iqh})\, dq. \end{aligned}$$

» L'effet du spectroscope sera alors d'isoler la radiation dont la période est $\frac{2\pi}{q}$ et dont l'amplitude sera devenue

$$dq\, |f(q)|\, |1 + e^{iqh}|$$

et sera multipliée par conséquent par le facteur $|1 + e^{iqh}|$ de telle façon que pour une différence de marche convenable la radiation devra s'éteindre.

» On pourrait dire aussi que l'amplitude de cette radiation est égale au module de

$$(3)\qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dq}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}[\mathrm{F}(t)+\mathrm{F}(t+h)]\,e^{-iqt}\,dt \\ &\quad =\frac{dq}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\mathrm{F}(t)\,e^{-iqt}(1+e^{iqh})\,dt, \end{aligned} \right.$$

car

$$(4)\qquad \int_{-\infty}^{+\infty}\mathrm{F}(t+h)\,e^{-iqt}\,dt=\int_{-\infty}^{+\infty}\mathrm{F}(t)\,e^{-iq(t-h)}\,dt.$$

» A ce compte, l'expérience de MM. Fizeau et Foucault ne nous apprendrait rien sur la constitution de la lumière, puisque le résultat devrait être le même, quelle que soit la fonction $\mathrm{F}(t)$.

» Mais une simple réflexion nous mettra en défiance contre cette manière de raisonner.

» Supposons que la fonction $\mathrm{F}(t)$ soit nulle pour t négatif, qu'elle varie d'une façon quelconque depuis $t=0$ jusqu'à $t=t_0$; et qu'elle redevienne nulle pour $t>t_0$. L'intensité d'une radiation simple isolée par le spectroscope devrait encore être calculée à l'aide de la formule (2); elle serait donc constante.

» Qu'est-ce à dire? Supposons qu'on braque un spectroscope sur une bougie et qu'on allume cette bougie pendant un certain temps; la formule voudrait dire qu'on devrait voir quelque chose dans le spectroscope après que la bougie serait éteinte et même avant qu'elle soit allumée.

» La formule est donc fausse; comment convient-il de la modifier. Pour nous en rendre compte, supposons d'abord que l'appareil dispersif soit un réseau.

» Pour calculer l'amplitude de la radiation envoyée par le réseau à un point M très éloigné dans une direction donnée, il suffit d'appliquer le principe de Huygens.

» Soit θ le temps que la lumière met pour aller d'un point P du réseau au point M. Soit $d\omega$ un élément de surface du réseau dont le centre sera P. Soit ψ une fonction qui sera égale à 1 ou à 0, suivant que l'élément $d\omega$ appartiendra ou non à une fente du réseau; on aura

$$\xi=\int\mathrm{F}(t-\theta)\,\psi\,d\omega,$$

l'intégration devant être étendue à toute la surface du réseau.

Mais on aura

$$d\omega = K\, d\theta,$$

K étant un coefficient constant qui dépend de la longueur du réseau et de la *déviation*, c'est-à-dire de l'angle que fait la normale au réseau avec la direction PM; direction sensiblement constante pour tous les points du réseau, puisque le point M est très éloigné. D'autre part, ψ pourra être considéré comme une fonction de θ. On aura donc

$$\xi = K \int_{\theta_0}^{\theta_1} F(t - \theta)\,\psi(\theta)\, d\theta.$$

Les limites θ_0 et θ_1 sont les temps que met la lumière pour aller des extrémités du réseau au point M.

» La fonction ψ qui est égale tantôt à 1, tantôt à 0, est une fonction périodique de θ et la période que j'appelle $\frac{2\pi}{q}$ dépend de la déviation et de l'équidistance des traits du réseau.

» Je puis donc développer en série de Fourier et écrire

$$K\psi = \Sigma A_n e^{niq\theta},$$

n étant un entier qui varie de $-\infty$ à $+\infty$.

» On a donc

$$\xi = \Sigma A_n e^{niqt} \int_{\theta_0}^{\theta_1} F(t - \theta)\, e^{-niq(t-\theta)}\, d\theta.$$

» Tout se passe donc comme si nous avions une série de radiations dont la période serait $\frac{2\pi}{nq}$, mais dont l'amplitude et la phase, au lieu d'être rigoureusement constantes, varieraient avec une lenteur relative. Cette amplitude et cette phase ne seraient autre chose que le module et l'argument de l'intégrale

$$A_n \int_{\theta_0}^{\theta_1} F(t - \theta)\, e^{-niq(t-\theta)}\, d\theta.$$

» Parmi ces radiations, celles qui correspondent à $n = \pm 1$ agiront seules sur la rétine.

» Pour retrouver le résultat que nous avait donné l'intégrale de Fourier, il faudrait faire $\theta_0 = -\infty$, $\theta_1 = +\infty$; l'amplitude de la vibration (pour $n = 1$ par exemple) serait alors constante et proportionnelle au module

de l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty} F(t-\theta)e^{-iq(t-\theta)}\,d\theta = \int_{-\infty}^{+\infty} F(t)e^{-iqt}\,dt.$$

» Mais la différence des limites $\theta_1 - \theta_0$, au lieu d'être infinie, est égale à autant de périodes qu'il y a de traits utilisés dans le réseau; elle est donc égale à un temps fort court.

» Supposons maintenant qu'on fasse tomber sur le réseau un faisceau formé de deux rayons interférents; l'amplitude sera alors proportionnelle au module de l'intégrale

$$\int_{\theta_0}^{\theta_1} [F(t-\theta) + F(t-\theta+h)]\,e^{-iq(t-\theta)}\,d\theta.$$

» L'expérience de M. Fizeau nous apprend que cette amplitude est proportionnelle à $(1 + e^{iqh})$; on doit donc avoir

$$(4\ bis)\qquad \int_{t-\theta_1+h}^{t-\theta_0+h} F(t)e^{-iqt}\,dt = \int_{t-\theta_1}^{t-\theta_0} F(t)e^{-iqt}\,dt.$$

» Cette formule, analogue à la formule (4), n'est qu'une simple tautologie si l'on suppose comme dans la théorie incomplète $\theta_0 = -\infty$, $\theta_1 = +\infty$; il en sera de même si $\theta_1 - \theta_0$ est très grand par rapport à h, c'est-à-dire si le nombre des traits utilisés du réseau est très grand par rapport au nombre de périodes représenté par la différence de marche.

» Mais il n'en est plus de même dans le cas contraire. *L'expérience de Fizeau et Foucault nous enseigne alors que le mouvement lumineux présente une certaine espèce de permanence exprimée par l'équation* (4 *bis*).

» Si, par exemple, la différence de marche est de 10000 périodes et si l'on utilise 1000 traits du réseau, cette expérience nous apprend que le mouvement lumineux, pendant les périodes 0 à 1000, ne diffère pas du mouvement lumineux pendant les périodes 10000 à 11000, comme différeraient par exemple deux mouvements lumineux émanés de deux sources différentes.

» Ainsi une analyse complète conduit précisément aux mêmes conséquences que la clairvoyance de M. Fizeau avait devinées d'avance.

» Les résultats seraient analogues avec un prisme; sans entrer dans le détail du calcul, on voit que la séparation des couleurs par la réfraction est encore, en dernière analyse, un phénomène d'interférence qui peut se calculer à l'aide du principe de Huygens; il est donc clair que dans la for-

mule finale n'interviendront que les valeurs de $F(t)$ pour des valeurs de t comprises entre $t-\theta_0$ et $t-\theta_1$, θ_0 et θ_1 étant la plus petite et la plus grande distances (exprimées en temps) du point M à la première surface réfringente. »

GÉODÉSIE. — *Translation de la capitale du Brésil; Plans et Rapports officiels;* par M. H. Faye.

« En 1891, le Congrès national du Brésil a décidé de mettre à l'ordre du jour la translation de la capitale dans une région plus saine et plus sûre; il a voté les fonds nécessaires pour les études relatives à cette question. Cette grande entreprise a été confiée le 18 avril 1892 à une Commission de 22 membres, chargée de déterminer les localités de ce vaste empire qui offriraient les plus sérieuses garanties de succès. M. Cruls, l'éminent directeur de l'observatoire de Rio, a été nommé président de cette Commission. Celle-ci s'est mise immédiatement à l'œuvre; ses investigations ont duré huit mois et elle a consigné, dans des Rapports détaillés, les résultats de ses recherches [1].

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom du Président, le travail de la Commission, composé d'une série de Rapports sur toutes les faces de la question et d'un grand nombre de plans, d'itinéraires et d'opérations astronomiques et géodésiques qui ont eu pour but principal de déterminer les coordonnées géographiques des sommets d'une aire de 14400^{kmq} comprenant le district proposé pour la capitale future.

» Ce district est situé sur le plateau central du Brésil, dans la région des monts Pyrénéens, l'aire étant comprise entre les parallèles de $15°40'$ et de $16°8'$ de latitude et entre les méridiens de 3^h18^m et 3^h24^m de longitude. L'altitude, de plus de 1000^m, permet de compter sur une température très douce, assez semblable à celle de l'extrême midi de la France dans la belle saison, et, considération tout à fait capitale, à cette hauteur, il n'y a pas à craindre l'impaludisme et les maladies spéciales qui règnent sur plusieurs côtes du Brésil. Les nombreuses rivières qui prennent leur source dans ces contrées assurent à la population qui viendra s'y agglomérer une grande provision d'eau excellente (plus de 1000^{lit} par tête pour un million d'habitants) et les chutes d'eau assez importantes garantissent l'exploi-

---

(1) Voir plus loin p. 767.

tation de forces naturelles en quantités largement suffisantes. Enfin, le sol y est éminemment productif et le sous-sol offre les ressources les plus variées en fait de mines et de matériaux de construction.

» La seule objection, c'est la distance qui sépare ce district central des ports principaux. Mais c'est là précisément un des plus graves motifs qui ont décidé la translation de la capitale dans un centre inabordable pour les forces maritimes d'autres pays qui pourraient être tentés d'envahir une vaste contrée ayant précisément sa capitale dans un port de mer. La distance serait de dix-huit à vingt heures par chemin de fer lorsque les voies ferrées auront relié le district fédéral aux différents ports.

» Je ne saurais qu'applaudir à un projet qui doit mettre en culture les principaux États du Brésil, comme ceux des Goyas et des Minas Geraes, déjà célèbres par leurs productions en or et en diamants, et où l'acclimatement de nos émigrés sera si facile. Cette grande entreprise décidera sans doute le Brésil à élargir et compléter les travaux scientifiques de la Commission actuelle qui vient d'opérer, avec de si brillants résultats, sous l'habile direction de M. Cruls.

» L'Ouvrage est imprimé en langue portugaise et en français. »

MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE. — *Structure de l'hyménium chez un* Marasmius. Mémoire de M. **J. de Seynes**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard.)

« L'Agariciné du genre *Marasmius*, qui fait le sujet de cette observation, m'a été adressé du Congo français par MM. Allégret et Teisserès, missionnaires à Lambarene, sur les bords de l'Ogowé. Trois exemplaires issus de trois mycéliums différents m'ont présenté une structure de l'hyménium pareille sur les trois, ce qui semble exclure la supposition d'une déformation tératologique accidentelle.

» Le chapeau de cette espèce de *Marasmius* mesure 6^{mm} à 7^{mm} ; il est porté sur un pédicule haut de 7^{mm} à 9^{mm} ; les lamelles sont étroites, espacées, pliciformes. L'hyménium, étendu sur et entre les lamelles, se compose de cellules en palissades, oblongues, atténuées à la base. Quelques cystides fusiformes émergent çà et là au-dessus des cellules hyméniales. Quand on examine à un grossissement suffisant, et surtout après les avoir

dissociés, les éléments de cet hyménium, on s'aperçoit qu'aucun d'eux n'offre les caractères d'un baside. Les cellules oblongues sont, les unes lisses comme les cellules stériles ou paraphyses de l'hyménium type, les autres couronnées d'appendices cylindriques de longueur variable, brusquement tronqués, dressés irrégulièrement sur le sommet de la cellule. Ces appendices sont tantôt de simples verrues, tantôt d'une longueur qui peut mesurer jusqu'à la moitié de la hauteur de la cellule qui les porte; leur nombre varie de 1 à 20 ou 25 sur une même cellule. Les artifices d'optique ou les réactifs chimiques ne permettent pas de constater la cavité intérieure facile à reconnaître chez les stérigmates des basides. Ce sont, en réalité, des appendices cellulosiques pleins dépendant de la membrane d'enveloppe comme les verrues des spores de Lactaires.

» Les cystides fusiformes, dont j'ai parlé tout à l'heure, ont aussi une tendance à produire de semblables appendices, mais réduits à 1 ou 2 de petite dimension. Cette disposition se rencontre parfois chez les cystides; M. Fayod a nommé cystides couronnés ceux qui la présentent. M. Patouillard a figuré chez le *Mycena corticola* Fr. des cystides dont les appendices ont une grande analogie avec ceux du *Marasmius* congolais. Le chapeau de celui-ci présente un revêtement épidermique formé par une assise de cellules en brosse. Ces cellules doivent leur nom à la présence, sur la paroi supérieure, d'appendices cellulosiques courts, très nombreux, dont l'analogie avec ceux qui surmontent les cellules hyméniales est frappante.

» L'hyménium montre donc une tendance très nette à revêtir les caractères d'un revêtement épidermique. Ainsi se trouvent confirmées les indications déjà données dans ce sens par la similitude des cystides et des poils épidermiques chez beaucoup d'espèces. La seule différence à noter ici, c'est que ces cellules du revêtement épidermique sont très régulières comme forme, comme dimension, ainsi que les appendices du sommet, tandis que les cellules de l'hyménium ont une tendance à l'irrégularité, soit des appendices, soit des cellules elles-mêmes, qui présentent parfois des boursouflures, des bifurcations ou un très court rameau terminal. L'absence de baside normal implique la stérilité de ce *Marasmius;* une autre disposition paraît aussi la rendre inévitable; toutes les cellules de l'hyménium, lisses, appendiculées, cystides de toute dimension, sont remplies d'un suc propre, concrété, réfringent; localisé dans ces cellules, il ne dépasse pas la cloison qui sépare chacune d'elles des hyphes qui leur donnent naissance; l'évolution d'un noyau pour la formation des spores dans un milieu ainsi solidifié est rendu impossible.

» Au point de vue de sa propagation, cet Agariciné pose donc un problème dont la solution ne peut se trouver que dans le pays d'origine. Y a-t-il deux sortes de réceptacles piléiformes, les uns stériles, les autres fertiles, venant peut-être à des époques différentes et réalisant en quelque mesure le dimorphisme floral de quelques Phanérogames? Se propage-t-il par un organe conidiophore à forme de Tuberculariés ou de *Ptychogaster?* Telles sont les questions qui se présentent à l'esprit. Le mycélium et les poils mycéliaux de la base du pédicule ne m'ont laissé voir aucune trace de production de conidies libres. Une autre hypothèse, et la plus vraisemblable, c'est que de temps en temps des cellules de l'hyménium échappent à la transformation en cellules épidermiques et se développent en basides normaux, comme on voit, chez les *Nyctalis,* l'hyménium envahi parfois complètement par les cellules conidifères, présenter sur d'autres exemplaires quelques basides sporifères normalement développés.

» Si l'on compare l'observation que je viens de résumer, avec celles qui ont trait au développement de conidies sur l'hyménium de plusieurs Hyménomycètes, on voit une tendance de l'appareil sporifère à réaliser, ici la forme de cellules épidermiques, ailleurs la forme de cellules non spécialisées conidifères, comme celles que j'ai décrites chez le *Polyporus biennis* Fr. Avec des variations et des nuances diverses, cette dégradation de l'hyménium rapproche ainsi des Champignons inférieurs certains types dont le réceptacle conserve cependant une forme spécialisée et les caractères de types plus élevés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Alfred Basin soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Le paquebot insubmersible ».

(Renvoi à la Section de Navigation.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Houette* ayant pour titre : « Les courants de la Manche ». (Présenté par M. de Jonquières.)

M. A. **Agassiz** adresse une Lettre à M. le Secrétaire perpétuel sur la formation, par la Société des Chimistes américains, d'un Comité pour la souscription au monument que l'Académie a proposé d'élever à Lavoisier.

ALGÈBRE. — *Sur les substitutions*. Note de M. **Zochios**, présentée par M. Poincaré.

« *Notation*. — J'adopterai dans ce travail la notation suivante pour représenter les substitutions :

» Donnant aux lettres $a, b, c, \ldots n$ les valeurs $1, 2, 3, \ldots, n$ respectivement et réduisant toutes les substitutions au même dénominateur commun $abc\ldots n$, je retranche de chaque lettre du numérateur la lettre qui se trouve au-dessous au dénominateur. Ainsi $23\bar{2}0\bar{3}$ représentera la substitution

$$\begin{pmatrix} ceadb \\ abcde \end{pmatrix}.$$

» *Définitions*. — J'appelle *termes* les différents nombres qui constituent le symbole d'une substitution.

» Une substitution *symétrique* sera une substitution dont les termes à égales distances des extrémités sont égaux et de signes contraires, le terme du milieu étant zéro si le nombre des lettres est impair.

» Exemples : $3\bar{1}01\bar{3}$ et $34\bar{1}1\bar{4}\bar{3}$.

» Je dirai que deux substitutions sont *homotermes*, quand elles seront composées des mêmes termes.

» Exemples : $3\bar{1}2\bar{2}\bar{2}$ et $23\bar{2}\bar{2}\bar{1}$.

» Enfin, deux substitutions dont les termes, à égales distances des extrémités opposées, sont égaux et de signes contraires seront dites *contraires*.

» Exemples : $002\bar{1}\bar{1}$, $11\bar{2}00$.

Théorèmes. — I. Le nombre des lettres étant $2k$ ou $2k+1$, l'ensemble des substitutions symétriques forme un système conjugué d'ordre

$$2^k k(k-1)(k-2)\ldots 3.2.1.$$

» *Corollaire*. — Les substitutions symétriques du premier genre, c'est-à-dire équivalentes à un nombre pair de transpositions, forment un système conjugué d'ordre $2^{k-1} k(k-1)(k-2)\ldots 3.2.1$.

» II. Les puissances K de toutes les substitutions circulaires symétriques d'ordre $2k$ sont identiques.

» III. μ étant l'ordre d'une substitution symétrique s, les substitutions s^{ν} et $s^{\mu-\nu}$ sont homotermes.

» IV. L'ensemble des substitutions, dont tous les termes sont multiples d'une même quantité α, forme un système conjugué. n étant le nombre de lettres, si

$$n = \lambda\alpha + \beta,$$

l'ordre du système sera

$$(\lambda + 1)^{\alpha-\beta}\lambda^{\alpha}(\lambda - 1)^{\alpha}\ldots 3^{\alpha}.2^{\alpha}.1.$$

» *Corollaires.* — Les substitutions du premier genre, qui satisfont à la condition énoncée, forment un système conjugué d'ordre

$$\tfrac{1}{2}(\lambda + 1)^{\alpha-\beta}\lambda^{\alpha}(\lambda - 1)^{\alpha}\ldots 3^{\alpha}.2^{\alpha}.1.$$

Les substitutions symétriques qui satisfont à la condition énoncée forment un système d'ordre

$$(\lambda + 1)^{\frac{\beta}{2}},\quad \lambda^{\frac{\alpha}{2}}(\lambda - 1)^{\frac{\alpha}{2}},\quad \ldots,$$

en supposant α et β pairs tous les deux.

» V. Le nombre des lettres étant pair, les substitutions dont tous les termes sont pairs ou impairs forment un système conjugué d'ordre

$$2.k^2(k-1)^2(k-2)^2\ldots 3^2.2^2.1,$$

et généralisant :

» VI. L'ensemble des substitutions, dont tous les termes sont congrus entre eux suivant un même module, forme un système conjugué.

» *Remarque.* — Si le nombre des lettres est premier avec le module, il n'existe pas de substitution satisfaisant à la condition énoncée.

» VII. Les substitutions contraires des substitutions d'un système conjugué forment un système conjugué de même ordre. »

GÉODÉSIE. — *Translation de la capitale du Brésil.* Lettre adressée à M. Faye, par M. Cruls.

« J'ai l'honneur de vous offrir deux exemplaires, dont l'un pour l'Institut et l'autre pour vous, du Rapport, en deux Volumes, texte et Atlas, que je viens de présenter au gouvernement brésilien, sur les travaux effectués, sous ma direction, par la Commission d'exploration du Plateau central du Brésil, dans le but d'y transférer la capitale.

» Dans l'ensemble des travaux exécutés par la Commission, je me permettrai de vous signaler la détermination de la différence de longitude entre Goyaz-Uberaba-Saint-Paul-Rio, dont l'extension totale de la ligne télégraphique dépasse 1800^{km}, à savoir, en chiffres ronds :

	km	
Rio-Saint-Paul................	500	
Saint-Paul-Uberaba............	700	1800
Uberaba-Goyaz.................	600	

» Vous trouverez le résumé des calculs et résultats de la page 167 à 189. Comme il ne s'agissait, en somme, que d'obtenir la longitude de Goyaz à une ou deux secondes de temps près, nous avons simplement déterminé l'heure locale, soit à l'aide du théodolite, soit même au sextant (Hurliman), et nous avons échangé les signaux à l'aide de l'appareil Morse; cette opération, répétée quelques jours de suite, a fourni des résultats plus que satisfaisants.

» L'opération essentielle consistait à délimiter sur le terrain une aire de 14400^{kmq}. Je lui ai donné la figure d'un quadrilatère sphéroïdique dont les deux côtés, constitués par des arcs de méridien, sont écartés de 1°,5 ou six minutes de temps en longitude et les côtés nord et sud, constitués par des arcs de parallèle, se trouvent écartés de 48′35″, les latitudes extrêmes étant respectivement 15°20′0″ et 16°8′35″. En unités métriques, on peut admettre que ce quadrilatère sphéroïdique, qui s'écarte peu d'un rectangle, a ses côtés opposés égaux, et l'on trouve que ceux-ci ont 160^{km} et 90^{km} de longueur, le périmètre total ayant donc un développement de 500^{km}.

» Quatre brigades, opérant isolément, et partant d'un même point, dont les coordonnées géographiques étaient approximativement connues, se sont dirigées, par la méthode du cheminement, en s'aidant de la boussole et du podomètre, vers les quatre sommets du quadrilatère, de façon à s'en rapprocher le plus possible. Elles ont ensuite déterminé les coordonnées de leur point de stationnement, et en ont déduit de combien elles devaient se déplacer, tant en longitude qu'en latitude, pour se trouver au sommet dont les coordonnés avaient été assignées dans les instructions. Si l'on peut être assuré que les erreurs en latitude ne doivent pas être grandes, il n'en est pas de même en ce qui concerne les longitudes.

» Aussi ne pourra-t-on considérer la délimitation en longitude comme définitivement fixée, que lorsqu'une ligne télégraphique, reliant Goyaz à l'un des points de la zone considérée, aura permis de rectifier cette coor-

donnée par la méthode électrique. Nous avons d'ailleurs commencé déjà une triangulation, qui s'étendra sur toute l'aire du quadrilatère délimité.

» L'altitude barométrique, observée en 1892 et vérifiée en 1894, avec tous les soins possibles, du sommet des Pyrénées, a été trouvée de 1385^m, alors que les Cartes mentionnent 2800^m!

» Nous avons, en outre, jaugé le débit d'une trentaine de rivières et levé plus de 4000^{km} d'itinéraire parcourus.

» Voilà, rapidement résumées, les opérations essentielles exécutées dans l'espace d'environ huit mois. »

GÉODÉSIE. — *Sur les travaux géodésiques dans le bassin de l'Amour.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Deux parties de la Russie présentent de sérieuses difficultés aux opérations géodésiques : la Finlande et le bassin de l'Amour. Toutes les deux ont la surface accidentée et couverte d'épaisses forêts. En outre, la population y est rare et, par conséquent, les bonnes routes manquent ou sont remplacées par les sentiers. Ces conditions naturelles ont obligé les géodésiens russes de remplacer les réseaux de triangles par les séries de points astronomiques isolés et la planchette par le théodolite ou la boussole. La méthode a déjà donné d'excellents résultats en Finlande qui possède de bons plans et de très jolies cartes. Dans le bassin de l'Amour, M. Gladycheff, chef des travaux géodésiques, se sert de la même méthode, en appliquant aux observations astronomiques le télégraphe. Comme dans cette sorte de recherches le but principal de l'observateur est de se débarrasser des erreurs de l'œil et de l'oreille, pour arriver aux résultats très précis, MM. Gladycheff et Nazarieff, son collègue, armés des chronomètres et placés aux bouts du fil télégraphique, répètent leurs observations plusieurs fois. Cela demande beaucoup de temps, mais donne les résultats propres à satisfaire les plus grandes exigences, comme on peut le voir dans le 52e Volume des *Mémoires de la section topographique de l'état-major russe,* récemment paru. Comme points de départ de ces opérations géodésiques, MM. Gladycheff et Nazarieff ont pris sept villes dont la position géographique était déjà déterminée en 1873-76 par M. Scharnhorst, à l'aide du télégraphe et avec la plus grande précision, à savoir : Tchita, Sriétensk, Albazin, Blagoviéstchensk, Khabarovsk, Nicolaévsk et Vladivostok. Voici les résultats numériques obtenus par MM. Gladycheff et Nazarieff :

Localités.	Latitude N.	Longitude E. de Poulvi.	Erreurs probables.
	° ′ ″	h m s	s
Lazarévo, station télégraphique	44.20.58,6	6.52.20,631	±0,152
Biéltrovo, station télégraphique.....	44.49.57,0	6.52.59,629	±0,158
Grafskaïa, stanitza..................	45.56.50,1	6.53.23,036	±0,246
Catherino-Nicolskaïa, stanitza.......	47.45.12,5	6.42.31,754	»
Mikhaïlo-Séménovskaïa, stanitza	47.56.29,7	6.49.16,040	»
Piétrovskaïa, stanitza..............	48.15.36,7	6.53.34,999	»
Raddefka, stanitza..................	48.35.30,7	6.41. 5,934	»
Innokéntievskaïa, stanitza	49.18. 1,7	6.37.27,354	»
Poïarkovo, stanitza.................	49.37.19,9	6.33.19,419	»
Dono, village	50.52.59,6	5.53. 1,979	±0,133
Alexandrovsky-Zavod	50.55.31,6	5.50.25,743	±0,135
Soukhotina, stanitza	51. 0.19,4	6.26.43,305	»
Nertchinsuy-Zavod..................	51.18.27,2	5.57. 9,305	±0,131
Koumara, stanitza..................	51.34.22,5	6.25.31,509	»
Schélopouguino, village	51.38.45,2	5.48.56,467	±0,133
Nertchinsk, ville	51.58.20,8	5.45. 2,200	±0,124
Novo-Voskressénka	52. 6.20,1	6.24.59,545	»
Tcherniaéva, stanitza	52.47.26,0	6.22.40,274	»
Békétova, stanitza	53.12.19,3	6.18.53,127	»
Pokrovskaïa, stanitza	53.20.41,5	6. 4.50,448	»
Ignachina, stanitza.................	53.27.50,0	6. 8.15,796	»
Djalinda, village....................	53.28.25,2	6.14.18,142	»
Dépôt de la Cie des mines d'or.......	53.43.28,9	6.27.41,338	»

» Les chiffres de la quatrième colonne représentent les erreurs probables de la détermination des longitudes, en fractions d'une seconde de temps. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée à 4°.* Note de M. J. **Macé de Lépinay**.

« Cette donnée est encore mal connue, les déterminations faites jusqu'ici conduisant à des nombres compris entre 1000gr,480 (Shuckburg et Kater) et 999gr,653 (Stampfer). Il m'a paru important, concurremment aux recherches faites au Bureau international des Poids et Mesures, d'entreprendre la détermination de ce nombre par une méthode en grande partie nouvelle. Ces expériences sont encore inachevées, mais les divers essais faits à ce sujet me permettent d'espérer que je pourrai rester dans les limites de précision qui résultent de la discussion suivante.

» Une pareille détermination comprend : 1° l'étude de la forme géométrique et des dimensions d'un certain solide en fonction de l'étalon du mètre ; 2° la mesure, directe ou indirecte, de la perte de poids de ce solide immergé dans de l'eau pure, privée d'air, à la température du maximum de densité, en fonction de l'étalon du kilogramme.

» De ces deux opérations, c'est la première qui me semble présenter le plus d'aléas. Si, comme Lefèvre-Gineau et ses collaborateurs, on donne à ce solide la forme cylindrique, on est obligé de déterminer la forme et les diverses dimensions d'une série de sections droites, et d'assimiler le volume compris entre deux consécutives d'entre elles à un tronc de cône. De là une série d'incertitudes dont l'influence dans le résultat final est difficile à estimer.

» J'ai été conduit ainsi à donner à ce solide la forme d'un parallélépipède rectangle. Elle présente l'avantage que, si la matière qui le constitue est homogène et transparente, la méthode optique de mesure des épaisseurs, fondée sur l'observation des franges de Talbot ([1]), lui est applicable. Ces mesures en longueur d'onde permettent de connaître toutes les dimensions utiles en valeur absolue si l'on prend comme terme de comparaison l'une des trois raies du cadmium étudiées par M. Michelson. La condition d'homogénéité contraint à restreindre les dimensions du solide, mais cet inconvénient est bien compensé par la facilité et la précision des mesures.

» Le parallélépipède est en quartz, matière dont on connaît particulièrement bien la dilatation. Ses dimensions sont 40^{mm}, 39^{mm} et $39^{mm},5$. Il a été taillé par M. Werlein. Il est à arêtes vives, d'une parfaite limpidité. La planéité des faces est exacte à quelques dixièmes de micron près, leur parallélisme à $10''$ près. Quant aux écailles actuelles, dont l'existence avant les pesées est même douteuse, leur volume total n'atteint pas $0^{mmc},005$.

» Les mesures des dimensions comportent les opérations suivantes : 1° Mesure de l'indice de réfraction ordinaire pour la radiation employée d'un prisme tiré du même bloc que le parallélépipède. Grâce à l'emploi d'un goniomètre construit par MM. Brunner pour la Faculté des Sciences de Marseille, et grâce à de nombreuses précautions sur le détail desquelles je ne reviendrai pas, il est possible de déterminer cet indice à une unité près du sixième ordre décimal ([2]). Si l'on remarque que l'erreur relative

---

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 1377; 1885. Voir, en particulier, *Journal de Physique*, 1re série, t. V, p. 405, 2e et 3e série, t. II, p. 365. Le Mémoire complet paraîtra dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

([2]) Les résultats des mesures effectuées jusqu'ici sur ce prisme, au voisinage des

commise dans une mesure d'épaisseur est égale à $\frac{\Delta n}{n-1}$, n étant l'indice, on voit qu'elle est, dans le cas actuel, d'environ $\frac{1}{540000}$. 2° Des mesures absolues n'ont été effectuées jusqu'ici qu'avec des lames de 2^{cm} d'épaisseur, en utilisant la dispersion d'un réseau de Rowland de 2^{m} de rayon. Grâce à l'obligeance de M. Cornu, j'ai pu faire quelques essais sur des épaisseurs de quartz de 4^{cm}, et constater qu'il me sera possible, avec un réseau de 7^{m} de rayon, de les mesurer avec la même facilité et la même précision, c'est-à-dire à $0^{\mu},04$ près (erreur relative $\frac{1}{1000000}$). Le programme des mesures que je me propose de faire comportant vingt-quatre déterminations absolues d'épaisseur, l'erreur moyenne résultante peut être considérée comme entièrement négligeable en comparaison de celle qu'entraîne la détermination de l'indice. 3° Ces mesures absolues ne pouvant être effectuées qu'en des régions voisines des bords doivent être complétées par l'étude des variations d'épaisseur. Ces mesures, actuellement achevées, ont été faites par la même méthode des franges de Talbot, en séparant les faisceaux interférents au moyen de parallélépipèdes Mascart. L'erreur que comporte l'étude de chaque région (au nombre de 81 pour chaque couple de faces), étant de même ordre de grandeur que la précédente, l'erreur moyenne peut être également considérée comme négligeable. 4° Les angles des plans tangents aux centres de deux faces contiguës peuvent être déterminés à quelques secondes près; l'influence de pareilles erreurs est, on le voit aisément, entièrement négligeable.

» *Pesées.* — La pesée du tube a été faite, en premier lieu (afin d'éviter les écailles), au Bureau international des Poids et Mesures, grâce à l'obligeance de MM. R. Benoît et Chappuis. Son poids a été trouvé de $163^{gr},68257$ à $0^{mmgr},02$ près, soit une approximation de $\frac{1}{8000000}$.

» La détermination de la densité moyenne, particulièrement dangereuse au point de vue de l'intégrité du parallélépipède, ne sera faite, par contre, qu'en dernier lieu. La méthode sera celle des pesées hydrostatiques. J'ai pu constater [1], en particulier, en opérant sur un cube de quartz de mêmes dimensions, la possibilité d'éliminer les perturbations dues aux effets de la capillarité sur le fil de suspension, et d'obtenir des pesées hy-

---

températures 8° et 16°, me permettent même de penser que, grâce à la perfection de ses faces, je pourrai dépasser cette limite. Cette étude ne comportera pas moins de 81 mesures, afin d'éliminer systématiquement les diverses causes d'erreur et de connaître l'influence de la température.

[1] *Ann. de Ch. et Phys.* (6), t. X, février 1887; Appendice.

drostatiques exactes à $0^{mmgr},1$ près. On voit qu'une détermination unique permettra de déterminer la masse cherchée à $\frac{1}{640000}$ près; on prendra la moyenne des résultats de plusieurs mesures.

» En résumé, parmi les diverses causes d'erreur que comporte une pareille série de mesures, il en est une qui domine toutes les autres, c'est celle qu'entraîne la détermination de l'indice. L'erreur relative d'une mesure d'épaisseur pouvant dès lors être de $\frac{1}{540000}$ environ, celle du volume est trois fois plus grande, soit $\frac{1}{160000}$. Tel peut donc être l'ordre de grandeur de l'erreur finale, ce qui correspond à une erreur de 6^{mmgr} sur la détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvel appareil pour mesurer le pouvoir inducteur spécifique des solides et des liquides.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Ayant besoin, pour les expériences que j'ai indiquées dans ma dernière Note ([1]), de connaître le pouvoir inducteur spécifique de diélectriques solides ou liquides, j'ai fait construire pour cet usage un nouvel appareil dont voici la description :

» Il se compose essentiellement d'un double électromètre absolu de Lord Kelvin. Les deux plateaux mobiles en aluminium A et A′ (4^{cm} de diamètre) sont placés horizontalement l'un au-dessus de l'autre et sont solidaires; leur ensemble est porté par l'un des bras d'un fléau de balance, dont l'autre bras porte, suspendu à la façon ordinaire, un plateau, sous lequel se trouve un amortisseur à air du système P. Curie. Les anneaux de garde a et a' (8^{cm} de diamètre) des plateaux mobiles sont reliés l'un à l'autre par un cylindre métallique, de façon que l'ensemble forme une boîte percée seulement des ouvertures nécessaires. Toutes les parties déjà décrites communiquent avec les pièces métalliques de la cage de l'appareil et, par conséquent, se trouvent au même potentiel qu'elles.

» Les plateaux attirants B et B′ (8^{cm} de diamètre) communiquent aussi entre eux, mais leur ensemble est isolé des parois de la cage de façon à pouvoir être porté à un autre potentiel. Le plateau inférieur B′ est fixe, tandis que le plateau supérieur B est porté par une vis micrométrique sur laquelle est fixé un limbe gradué en 500 parties, exactement semblable à celui d'un sphéromètre et permettant de mesurer au micron le déplacement vertical du plateau B; une échelle donne les nombres entiers de tour.

» Un microscope fixe, pourvu d'une croisée de fil, vise un autre réticule porté par la tige qui relie les deux plateaux mobiles; les images des deux croisées de fil coïncident

([1]) *Comptes rendus*, 22 octobre 1894.

quand le plateau supérieur A est exactement dans le plan de son anneau de garde. J'appellerai cette position la *position d'équilibre*.

» La balance est sensible à moins de $\frac{1}{20}$ de milligramme. Un ressort en fil d'argent très fin est fixé en bas sur l'un des bras du fléau et tendu en haut par un fil de cocon, qui s'enroule sur un petit treuil qu'on fait tourner à la main. En agissant sur le treuil, on peut parfaire la tare d'une façon très commode et très délicate.

» Des écrans électriques convenables, un relevage pour le fléau et une cage en partie vitrée complètent l'instrument.

» *Réglages.* — Les seuls réglages importants consistent :

» 1° A rendre le plateau supérieur A et son anneau de garde *a* parfaitement parallèles au plateau B porté par la vis micrométrique; trois vis et contre-vis permettent de faire facilement ce réglage;

» 2° A faire coïncider les images des croisées des fils, quand le plateau supérieur A est dans le plan de son anneau de garde *a*. Pour cela, j'ai visé A et *a* avec la lunette d'un cathétomètre, j'ai agi sur le treuil et, quand le plateau a été amené dans le plan de l'anneau de garde, j'ai réglé convenablement la croisée des fils du microscope.

» Il n'est nullement nécessaire que le plateau inférieur soit exactement dans le plan de son anneau de garde.

» *Détermination du pouvoir inducteur spécifique d'un corps solide.* — La lame du diélectrique étudié, de $0^{cm},7$ à $0^{cm},8$ d'épaisseur, est introduite entre A*a* et B; elle repose sur l'anneau de garde B par trois petites cales en verre d'un millimètre de côté environ. Tout étant au même potentiel, on fait la tare de façon à avoir la position d'équilibre. On établit ensuite la différence de potentiel (qui peut varier dans de grandes limites) par le jeu d'un commutateur et l'on voit la balance basculer. En réglant convenablement la hauteur du plateau B au moyen de la vis micrométrique, on arrive à trouver deux positions très voisines, telles que le jeu du commutateur fait trébucher en sens inverse la balance. On fait, sur le limbe gradué et sur l'échelle, la lecture de la position moyenne, qui correspond à l'égalité d'attraction des deux plateaux mobiles.

» On retire la lame diélectrique et l'on répète la même opération, l'air seul existant entre A*a* et B. On trouve ainsi une autre position du plateau B qui correspond à l'équilibre. On peut constater que cette position est tout à fait indépendante de la différence de potentiel employée, qu'on peut laisser varier sans inconvénient.

» Désignons par *e* la quantité dont il a fallu rapprocher le plateau inférieur et qui est donnée par la différence des deux lectures, par *c* l'épaisseur de la lame diélectrique; un calcul facile donne, pour la valeur du pouvoir

inducteur spécifique K, la relation

$$K = \frac{c}{c-e} k,$$

k étant le pouvoir inducteur spécifique de l'air (sensiblement égal à l'unité).

» Grâce à l'amortisseur à air, les mesures se font rapidement et l'appareil permet de déterminer, avec une grande précision, le pouvoir inducteur spécifique des solides.

» Comme je n'ai pas encore pu l'essayer (faute d'une pièce nécessaire) pour les liquides, je remets à une prochaine Note son emploi dans ce cas.

» L'appareil a été construit avec beaucoup de soin par la maison Ducretet et Lejeune. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur un nouvel appareil dit « héma-spectroscope comparateur »*. Note de M. **M. de Thierry**, présentée par M. Janssen.

« J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, le 11 mai 1885 ([1]), un appareil que j'ai appelé *héma-spectroscope* et, le 26 octobre ([2]) de la même année, un autre appareil spectral permettant d'observer les liquides sous une épaisseur de dix mètres.

» Amené par une série de recherches à comparer les spectres d'absorption des substances organiques de l'économie et le spectre du sang en particulier, j'ai imaginé un nouvel appareil que j'appellerai *héma-spectroscope comparateur* ou de comparaison.

» Cet appareil, construit par l'ingénieur Ph. Pellin, est spécialement destiné, comme son nom l'indique, à la recherche de quantités infinitésimales de sang dans un liquide quelconque : eau, urines, etc., et à déceler sa présence dans les taches, sur le linge, les étoffes, le bois, les métaux.

» Il est presque inutile de dire que l'héma-spectroscope peut être utilisé à tous les cas où il y a lieu d'appliquer le procédé de la spectroscopie par absorption, comme dans la détermination de la présence des chlorophylles, dans la recherche de très petites quantités de seigle ergoté dans la farine de froment, au moyen du spectre d'absorption particulier que présente la matière colorante de l'ergot de seigle, et enfin à la détermination

---

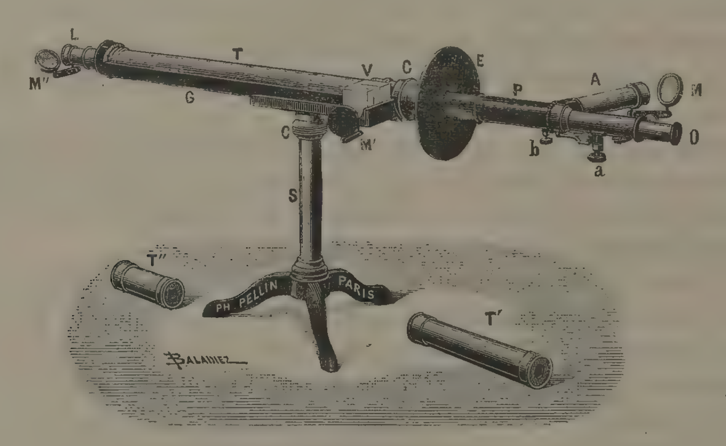
([1]) *Comptes rendus*, t. C, n° 19.
([2]) *Ibid.*, t. CI, n° 17.

des matières colorantes artificielles et à leur recherche dans les vins, liqueurs, sirops et autres substances falsifiées.

» Avec cet appareil, on peut observer les liquides sous une épaisseur variant de 10^{cm} à 50^{cm}; il permet, en outre, de comparer entre eux deux spectres d'absorption. Grâce à l'épaisse couche de liquide traversée par la lumière, les bandes apparaissent avec des solutions qui ne renferment que des traces de substance active. Par exemple, nous pouvons déceler, avec la plus grande facilité, la présence de l'oxyhémoglobine dans une solution qui n'en renferme que $\frac{1}{850000}$. Le pouvoir absorbant augmente plus vite avec l'épaisseur qu'il ne diminue par la dilution, et cela jusqu'à une limite assez reculée. Sous une épaisseur de 50^{cm}, on découvre donc des raies d'absorption qui échapperaient complètement à l'examen d'une couche relativement mince de solution contenant cependant la même quantité d'oxyhémoglobine.

» L'*héma-spectroscope comparateur* se compose :

» 1° D'un spectroscope à vision directe (*fig.* 1), muni d'un prisme P très dispersif, mobile à l'aide d'une vis *b* et d'une lunette micrométrique A. Au foyer de l'oculaire O



se trouve un réticule qui se projette sur l'image du spectre et sur celle du micromètre. Sur le collimateur à fente variable C se trouve un prisme mobile de comparaison qui divise la fente en deux parties égales, ce qui permet de voir simultanément dans la lunette d'observation les spectres d'absorption produits par deux liquides différents, l'un étant introduit dans un tube T, l'autre dans de petites cuves à faces parallèles V. La lunette oculaire O et le micromètre A sont munis l'un et l'autre d'un pignon (*a*) donnant un déplacement angulaire qui permet de voir le spectre et l'échelle divisée dans toute leur étendue;

» 2° De trois tubes T, T', T'', en métal inoxydable, garnis intérieurement d'un man-

chon de verre et fermés à leurs extrémités par deux disques également en verre. Ces tubes sont par séries de trois : un de 10^{cm}, un de 20^{cm} et un de 50^{cm}.

» Trois cuves en verre V, à faces parfaitement planes et parallèles, permettent d'observer les liquides de comparaison sur une épaisseur variable de 1^{cm}, 2^{cm}, 3^{cm} et 4^{cm}.

» Les tubes T, T′, T″ se posent dans une gouttière G posée sur un pied articulé S, et aux extrémités de laquelle se trouvent d'une part le spectroscope, de l'autre un système de lentilles dit *condenseur* L, donnant des rayons parallèles pour l'éclairage des tubes. Les cuves V se placent sur un support métallique fixé sur le côté gauche de la gouttière G. Un écran circulaire E, en métal, empêche les rayons lumineux latéraux de gêner l'observateur.

» L'éclairage peut être fourni soit par la lumière solaire, soit par la lumière d'un bec de gaz ou d'une bonne lampe à pétrole dont le verre est recouvert d'un manchon métallique percé d'une ouverture ovale.

» Des miroirs plans et concaves articulés M, M′, M″ permettent d'éclairer le micromètre, les cuves de comparaison et les tubes avec une même source lumineuse.

» Le spectroscope, qui est démontable, peut s'adapter sur un support spécial et servir ainsi aux observations ordinaires. Toute la partie optique de l'héma-spectroscope est enfermée dans une boîte gainée.

» En résumé, cet appareil, d'une extrême sensibilité, offre toutes les garanties d'exactitude et peut rendre des services à la Médecine légale, à la Chimie biologique et analytique et à la Physique par l'étude comparée des spectres d'absorption des liquides examinés sous une grande épaisseur [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une expérience simple montrant la présence de l'argon dans l'azote atmosphérique.* Note de M. Guntz.

« Parmi les substances absorbant l'azote, MM. Ramsay et Rayleigh ont choisi le magnésium à cause de la facilité qu'on a de se procurer ce métal dans le commerce, quoique l'absorption complète de l'azote soit difficile à réaliser, à cause de la température élevée où il faut porter le magnésium pour produire sa combinaison avec l'azote.

» Le lithium, qui se prépare facilement pur par électrolyse, d'après le procédé que j'ai indiqué [2], se combine, au contraire, rapidement à

(1) Qu'il me soit permis ici de remercier l'ingénieur Ph. Pellin pour le soin tout particulier qu'il a apporté dans la construction de mon appareil.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 732.

l'azote, à une température inférieure au rouge sombre, comme je l'ai observé dans une étude que je poursuis sur les composés de ce métal, et cette propriété permet de montrer facilement la présence de l'argon dans l'azote retiré de l'atmosphère, et même de préparer ce gaz.

» Mettons une nacelle de fer remplie de lithium dans un tube en verre rempli d'azote provenant de l'air atmosphérique en communication avec un manomètre, et chauffons légèrement la nacelle; le lithium se combine avec incandescence à l'azote et le vide se produit dans l'appareil; la pression du gaz restant correspond à peine à 10^{mm} de mercure : laissons rentrer de l'azote extrait de l'air dans l'appareil une deuxième fois, puis chauffons de nouveau; l'azote s'absorbe de nouveau, mais semble s'absorber moins complètement, car la pression du gaz restant correspond à environ 20^{mm} de mercure. En répétant plusieurs fois cette expérience on constate que la proportion de gaz non absorbable par le lithium (proportion qui se mesure par le vide obtenu) augmente à chaque expérience, et qu'après l'introduction d'un volume suffisant d'azote l'appareil reste plein d'argon.

» Pour bien montrer que ce résidu est dû à la présence de l'argon et non à une absorption incomplète de l'azote par le lithium, répétons dans les mêmes conditions l'expérience précédente, mais en employant de l'azote retiré d'un composé chimique, le bioxyde d'azote par exemple. On constate alors que le vide de moins de 10^{mm} obtenu au commencement de l'expérience se maintient sensiblement dans le manomètre lorsqu'on laisse rentrer de l'azote provenant de AzO, tout étant absorbé.

» Cette expérience différencie nettement l'azote provenant d'un composé chimique de l'azote provenant de l'air, et montre que ce dernier renferme une substance non absorbable par le lithium, substance qui est l'argon.

» On peut obtenir ce dernier gaz et le recueillir sur le mercure en faisant passer un courant d'azote provenant de l'air dans un tube chauffé où l'on a placé plusieurs nacelles en fer contenant du lithium [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les spectres du sélénium et de quelques séléniures naturels*. Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel.

« Plus facilement encore que le soufre, le sélénium est reconnaissable dans les minéraux par la méthode d'analyse spectrale directe que j'ai

---

(1) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

exposée ici ([1]) (étincelle fortement condensée éclatant entre deux fragments de minéral). Pour déterminer les raies appartenant au sélénium dans les spectres des séléniures, on a superposé successivement ceux-ci au spectre du sélénium pur, au moyen d'un prisme à réflexion totale, dans le champ d'un spectroscope à deux prismes. Le sélénium employé avait été spécialement purifié par M. le Dr C. Chabrié, à qui je suis heureux d'adresser ici tous mes remercîments. L'étincelle éclatait entre deux fils de platine recouverts de sélénium fondu; les raies de l'air, et, à l'occasion celles du platine, étaient retranchées du spectre ainsi obtenu. Il y manque certaines raies mentionnées par M. Salet, notamment Se ν (465,8), qu'il avait obtenues dans un tube à gaines, mais qui, dans mes recherches, se confondaient au milieu de celles de l'air (trait de feu) et, par suite, n'étaient pas pratiquement caractéristiques du sélénium dans les minéraux. Les longueurs d'onde données ici ont été lues sur une courbe à grande échelle construite avec les valeurs données par Thalén pour les principales raies des métaux; elles dépendent, par conséquent, de celles-ci. La seconde décimale est le résultat des moyennes de dix mesures au moins.

» Voici les raies dont la présence a été observée, d'une manière certaine, dans les minéraux, et qui offrent un caractère analytique. La désignation par lettres grecques est celle de M. Salet; elle correspond bien aux raies les plus fortes dans les séléniures, comme dans le sélénium :

	605,51	bien marquée.	β	527,03	forte.		502,60	assez bien visible.
	586,34	faible.		525,21	forte.	η	499,20	bien marquée.
	574,70	faible.		523,32	faible.		497,42	bien marquée.
	571,05	bien visible.	γ	522,62	forte.	θ	484,52	assez forte.
	562,32	bien visible.		521,90	assez bien marquée.		484,04	assez forte.
	559,28	bien marquée.	δ	517,58	forte.	μ	476,46	assez bien visible.
	556,90	assez bien marquée.		515,30	assez bien marquée.	π	460,40	bien marquée.
	552,43	faible.	ε	514,23	forte.		456,30	assez bien visible.
	539,10	bien marquée.		510,60	assez bien visible.		421,60	diffuse.
	537,35	bien marquée.	ζ	509,80	assez forte.			
α	530,38	forte.		509,42	bien marquée.			
				506,85	assez forte.			

» J'ai observé, en outre, dans le sélénium pur, les raies suivantes, de moindre importance :

649,75	629,60	544,00	474,20	417,50
647,80	613,90	511,55	440,10	413,40
643,20	569,70	504,35	432,10	»

([1]) *Comptes rendus*, séances des 12 mars, 2 avril, 2 juillet 1894.

» Je donne ici toutes ces longueurs d'onde, malgré leurs valeurs approchées, parce que je crois celles-ci plus près de la vérité que les nombres publiés jusqu'ici, et parce qu'elles comprennent plusieurs raies non signalées depuis le premier travail de MM. Plücker et Hittorff dont les dessins avaient servi à les calculer indirectement. Les chiffres trouvés par M. Salet, pour les raies principales, avaient été obtenus avec un seul prisme.

» Voici quelques minéraux qui donnent facilement le spectre du sélénium, en dégageant, pendant l'expérience, l'odeur de raifort caractéristique de l'oxydation de ce corps, et avec formation, sur les pinces, d'un dépôt rouge brun. Si l'on supprime le condensateur en se bornant à l'étincelle de la bobine, le spectre du sélénium disparaît et ceux des métaux sont réduits à quelques raies caractéristiques.

» *Berzéline.* Cu^2Se. — Malgré le grand éclat des raies du cuivre, celles du sélénium y sont très vives. On a aussi, bien nettes, les trois raies de l'argent γ(547,0), α(546,4), β(520,9). La plupart des échantillons donnent, avec des intensités variables, les raies du plomb ; on a ainsi un spectre semblable, aux intensités près, à celui de la zorgite. On arrive presqu'à l'identité avec la berzéline de Cacheuta. Presque tous les échantillons donnent, en outre, la raie verte (534,9) du thallium, très vive, surtout dans les échantillons de Lehrbach ; elle est plutôt renforcée par la suppression du condensateur. On voit aussi les trois raies vertes du magnésium, groupe α(518,3) (517,2) (516,7).

» *Zorgite.* $(PbCu^2)Se$. — Comme je l'avais fait connaître dans une précédente Note, ce minéral est assez bon conducteur et donne les raies du cuivre et du plomb. J'y ai reconnu depuis un très bon spectre du sélénium et les raies de l'argent ci-dessus énoncées.

» *Clausthalite.* $PbSe$, de Cacheuta. — Son spectre, facile à obtenir, et contenant ceux du plomb et du sélénium, renferme aussi les trois raies de l'argent.

» *Eucaïrite.* Cu^2Se, Ag^2Se d'Atacama. — Outre les raies du sélénium et du cuivre, le spectre de l'argent apparaît formé de lignes nombreuses. On a parfois quelques raies du calcium.

» *Guanajuatite* ou *Frenzélite.* Bi^2Se^3. Guanajuato. — Le spectre du bismuth y dépassant en éclat celui du sélénium, quelques raies de celui-ci y sont éclipsées, notamment (527,05) et (514,23) ; les autres y sont très bien marquées. On a aussi la raie du thallium et parfois celles du cuivre.

» Ces échantillons provenaient des collections de l'École des Mines et du Muséum. Ils avaient été libéralement mis à ma disposition par M. Friedel et par M. Lacroix ; je les prie d'en agréer mes plus vifs remercîments. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dosage du thiophène dans la benzine.* Note de M. G. **Denigès**.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai fait connaître une combinaison de sulfate basique de mercure et de thiophène, répondant à la formule : $SO^4 \begin{matrix} \diagup Hg - O - Hg \diagdown \\ \diagdown Hg - O - Hg \diagup \end{matrix} SO^4, C^4H^4S$.

» Ce corps, dont le poids moléculaire élevé (1108) est sensiblement 13 fois plus grand que le poids du thiophène qu'il renferme (84), se prête fort bien à la détermination quantitative de cette substance.

» Pour cela, on met, dans un flacon de 60^{gr}, 20^{cc} du réactif mercurique dont j'ai antérieurement donné la composition (HgO, 50^{gr}; SO^4H^2, 200^{cc}; eau, 1 litre), et l'on ajoute 2^{cc} de benzine. On bouche, en maintenant le bouchon fixé au flacon par un fil métallique, puis on chauffe au bain-marie bouillant pendant un quart d'heure environ, en agitant fréquemment de façon à émulsionner la benzine dans le réactif. Au bout de ce temps, on laisse refroidir et l'on filtre sur un filtre taré; on lave à l'eau bouillante, on dessèche à 110°-115° jusqu'à poids constant et l'on pèse. L'augmentation de poids du filtre, multipliée par le rapport $\frac{84}{1108} = 0,0758$, donne la quantité de thiophène contenue dans 2^{cc} de benzine.

» Les résultats sont des plus satisfaisants, ainsi que le témoignent les analyses suivantes, pratiquées sur des solutions titrées de thiophène dans du benzène chimiquement pur :

Titre en thiophène du benzène employé.	Poids du précipité fourni par 2^{cc} de benzène.	Quantité de thiophène contenue dans 2^{cc} de benzène	
		trouvée.	calculée.
gr par litre. 30	gr 0,777	gr 0,0588	gr 0,0600
20	0,516	0,0391	0,0400
10	0,259	0,0196	0,0200
5	0,130	0,0098	0,0100
	0,103	0,0078	0,0080

([1]) *Comptes rendus*, séance du 18 mars 1895.

Ce procédé, très rigoureux, a l'inconvénient d'exiger qu'on opère à chaud et en vase clos, à cause surtout du peu de solubilité de la benzine dans l'eau à la température ordinaire.

» Pour y remédier, j'ai cherché à rendre la benzine miscible au réactif mercurique et j'ai constaté qu'en mélangeant 10^{cc} de ce réactif avec 30^{cc} d'alcool méthylique (*exempt d'acétone*), on obtenait un liquide qui restait absolument limpide pendant plusieurs heures, pouvait dissoudre jusqu'à 4^{cc} de benzine et était d'une exquise sensibilité pour déceler des traces de thiophène, assez faibles pour échapper à l'examen avec l'isatine.

» C'est ainsi qu'en agitant dans un tube le quart seulement du liquide mercurico-méthylique précédent (soit 10^{cc}) avec 1^{cc} de benzine à thiophène, il se forme au bout de quelques secondes un trouble blanc mat, puis un précipité avec les solutions thiophéniques à $\frac{1}{1000}$; avec les solutions à $\frac{1}{100000}$, on obtient encore un trouble très accusé après quatre à cinq minutes de contact.

» De plus, la précipitation du thiophène, à l'état de combinaison mercurique, est complète *à froid* au bout de peu de temps.

» Fait imprévu, tandis qu'en milieu aqueux le composé thiophéno-mercurique a constamment la composition assignée plus haut, quelles que soient les proportions relatives de mercure et de thiophène, en milieu méthylique, cette composition ne se retrouve *que si le mercure est en excès par rapport au thiophène*.

» Lorsque, au contraire, les proportions sont renversées, comme on doit chercher à le réaliser dans le dosage, il se forme une autre combinaison, très rapprochée par ses propriétés de la première, ayant pour formule : $SO^4 \left\langle \begin{matrix} Hg - O \\ Hg - O \end{matrix} \right\rangle Hg, C^4H^4S$ et renfermant $\frac{84}{812} = 0,1034$ de son poids de thiophène, ou encore $\frac{84}{600} = 0^{gr},14$ de thiophène pour 1^{gr} de mercure.

» Pour pratiquer dans ces nouvelles conditions l'analyse de la benzine, on met, dans un verre à expérience, 30^{cc} d'alcool méthylique, 2^{cc} de benzine à titrer et l'on agite; on ajoute rapidement en agitant 10^{cc} de sulfate mercurique. On filtre au bout d'environ vingt minutes, on lave à l'eau bouillante et l'on achève le dosage, soit en desséchant le filtre et le pesant, puis multipliant par 0,1034 le poids trouvé; soit en dosant le mercure et le multipliant par 0,14, pour avoir la proportion de thiophène.

» Les résultats ainsi trouvés cadrent avec ceux du Tableau précédent :

Titre en thiophène du benzène employé.	Poids du précipité fourni par 2cc de benzène.	Quantité de thiophène contenue dans 2cc de benzène	
		trouvée.	calculée.
gr. par litre. 30	gr 0,576	gr 0,0595	gr 0,0600
20	0,384	0,0397	0,0400
10	0,187	0,0194	0,0200
5	0,096	0,0099	0,0100
4	0,075	0,0077	0,0080

» *Observation.* — Qu'il s'agisse d'une recherche qualitative ou quantitative, le mélange d'alcool méthylique et du réactif mercurique sera toujours fait au moment du besoin, car au bout de cinq à six heures, il commence à louchir spontanément; de plus il ne devra pas être employé à chaud parce que l'ébullition l'altère, alors qu'elle est sans action sur le réactif aqueux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action du permanganate de potasse avec diverses matières organiques.* Note de M. E. MAUMENÉ.

« Le sucre vient de me présenter une action dont l'Académie et les chimistes accueilleront la communication avec intérêt. On sait que le sucre en dissolution aqueuse, mêlé avec une solution, aqueuse aussi, du même poids de permanganate de potasse, ne tarde pas à produire une double décomposition. Le mélange dégage plus ou moins de chaleur suivant la concentration des liquides. Le permanganate est réduit en sesquioxyde (ou mélange de MnO^2 et MnO, ou combinaison des deux), substance brune en hydrate, noire après dessiccation, et qui a paru jusqu'ici tout à fait insoluble dans le liquide qui remplace l'eau sucrée; ce liquide, lorsqu'il dérive de poids égaux de sucre et de permanganate dissous dans cinq à six fois leur poids d'eau, contient deux acides séparables par les diédates (acétates) neutre et basique de plomb. Quand j'ai découvert ces deux acides, j'ai fait connaître un nombre de leurs propriétés suffisant pour bien vérifier leur existence et l'Académie a bien voulu donner place, dans les *Comptes rendus,* à une mention de mon travail (8 et 15 juillet 1872).

» Les difficultés de la préparation des deux acides m'avaient frappé dès mes premières expériences; mais le temps de les approfondir m'a manqué.

Mes récentes expériences viennent de m'en faire connaître une par leurs résultats inattendus.

» Le sesquioxyde de manganèse a toujours été regardé comme insoluble dans l'eau, dans la plupart des acides étendus, et surtout dans les liquides neutres, le sucre, l'alcool et d'autres.

» Pour le sucre c'est une erreur.

» J'ai préparé cinq dissolutions aqueuses : à une, deux, trois, quatre et cinq fois autant d'eau que de sucre, et j'ai versé dans ces dissolutions une même quantité de solution étendue de permanganate ($20^{gr} = 1^{lit}$), 1^{cc} tenant ainsi $0^{gr},020$ de sel. Les solutions étant faites avec 20^{gr} de sucre, c'était un millième de son poids. L'expérience a donné les résultats suivants :

	Sucre.	Eau.
	gr	gr
Solution n° 1..............	20	20
» n° 2..............	20	40
» n° 3..............	20	60
» n° 4..............	20	80
» n° 5..............	20	100

» Dans toutes, en un temps variable, quinze à vingt minutes (suivant la température), le permanganate est réduit en sesquioxyde; mais :

» Le n° 1 ne laisse voir aucun précipité; l'oxyde reste dissous et colore la liqueur en brun.

» Le n° 2 présente absolument les mêmes apparences.

» Dans le n° 3, une partie, environ la moitié, de l'oxyde reste encore en dissolution, mais l'autre partie est précipitée.

» Dans les n°s 4 et 5, aucune partie de l'oxyde ne reste en dissolution : il se dépose entièrement au fond de la liqueur incolore.

» Voici donc un premier point : le sesquioxyde est soluble dans les eaux fortement sucrées (n°s 1 et 2); partiellement dans une eau plus étendue (n° 3); il ne l'est point dans les eaux très étendues (n°s 4 et 5).

» Si l'on conserve les dissolutions, vers $+15°$, pendant plusieurs jours, en 15 à 20, l'oxyde disparaît; les cinq dissolutions deviennent limpides et incolores; j'ai réussi à dissoudre $0^{gr},500$ dans 15^{gr} de sucre et 30^{gr} d'eau.

» Cette fois il ne s'agit pas d'une dissolution simple : l'oxyde a continué de perdre de l'oxygène et il est tout entier converti en protoxyde uni au sucre oxydé, changé par suite en acide.

» La loi des mélanges commande en ce cas (comme dans la Chimie entière), d'abord la production à peu près unique de l'acide hexénique $C^{12}H^{12}O^{14}$. On peut obtenir cet acide (déjà connu) en préparant un poids

connu de sesquioxyde par l'action du permanganate et du sucre à poids égaux, et mêlant ce sesquioxyde bien lavé, *à froid*, avec un poids égal de sucre dans huit à dix fois leur poids d'eau et faisant bouillir. 158 de permanganate laissent 79 de Mn^2O^3, on délaie cet oxyde dans l'eau sucrée à 79^{gr} et l'on fait bouillir jusqu'à dissolution.

» L'eau sucrée concentrée ne dissout pas un poids d'oxyde égal à celui du sucre; mais le chauffage amène la réduction complète et la formation de l'acide $C^{12}H^{12}O^{14}$.

» Cette action a causé les discordances présentées depuis 1872 entre mon étude et celles des chimistes qui ont répété mes expériences. Ces confrères ont eu plus ou moins de peine à vérifier l'existence des deux acides $C^{12}H^{12}O^{16}$ et $C^6H^6O^{10}$ dont j'avais fait la découverte. L'un d'eux est même allé jusqu'à prétendre n'avoir obtenu que de l'acide oxalique C^2HO^4, sans prendre garde à l'emploi d'un excès de permanganate au lieu des poids égaux.

» Lorsqu'on laisse le sesquioxyde en digestion dans le mélange des deux sels de potasse, les deux subissent peu à peu l'action avec Mn^2O^3 et donnent du lactate et du formiate comme l'indique ma loi des mélanges. Il est donc nécessaire, pour vérifier l'action à poids égaux, de filtrer sans retard et d'isoler complètement le sesquioxyde par des lavages.

» L'alcool éprouve l'action de Mn^2O^3 : j'aurai l'honneur d'en présenter les résultats à l'Académie prochainement, je l'espère. Il en est de même d'un grand nombre de matières organiques. Mn^2O^3 doit être mis au rang des oxydants dont la réduction est lente. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le phosphate de chaux du lait.* Note de M. **L. Vaudin**, présentée par M. Duclaux.

« Je me suis proposé de rechercher les conditions dans lesquelles le phosphate de chaux existe dans le lait; c'est le résumé de mes résultats que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» I. J'ai démontré, plus nettement qu'on ne l'avait fait, la présence de l'acide citrique dans le lait en l'isolant du sérum clarifié à l'état de sel plombique, décomposant le précipité obtenu par H^2S, et dissolvant l'acide mis en liberté par un excès d'éther. Les cristaux obtenus ont été identifiés avec l'acide citrique par la détermination élémentaire de la composition, du point de fusion, de l'acidité, de l'action de la solution sur la lumière polarisée et des caractères des sels.

» Les proportions d'acide citrique sont variables avec les espèces; et, fait remarquable, il y a une corrélation constante entre la richesse du lait en acide citrique et sa teneur en éléments phosphatés.

» II. Quand on filtre au tube poreux du lait frais à une température voisine de 0°, de manière qu'il ne subisse pas la fermentation lactique et qu'ensuite on chauffe le produit filtré, il se sépare du phosphate basique de chaux. Cette séparation est accompagnée d'une augmentation de l'acidité de la liqueur surnageante. Après refroidissement, si l'on agite le liquide, le précipité déposé se redissout.

» III. Ces données étant acquises, j'ai préparé, en m'appuyant sur les travaux de M. Duclaux *sur les phosphates du lait* ([1]), des solutions renfermant les sels minéraux qui existent dans le sérum lacté. Pour arriver à dissoudre le phosphate de chaux, qui fait partie de ces sels, il a fallu ajouter une proportion de citrate supérieure à celle correspondant à l'acide citrique contenu dans le lait.

» Les solutions ainsi obtenues, soumises à l'action de la chaleur, se comportent comme le lait filtré à 0°, sauf qu'il faut atteindre une température plus élevée pour que le phosphate de chaux se précipite. Ces solutions contiennent cinq à six fois plus de citrate alcalin que le lait normal; cette circonstance m'a engagé à rechercher si d'autres éléments du lait ne contribuent pas à rendre soluble le phosphate de chaux.

» On sait que les solutions sucrées dissolvent facilement la chaux, et que la présence des acides organiques fixes, des sucres, peut empêcher ou au moins retarder la précipitation par les alcalis de certains oxydes et de certains sels. La considération de ces faits m'a conduit à rechercher dans l'expérience suivante le rôle de la lactose associée aux citrates alcalins dans la solubilisation du phosphate de chaux.

» IV. On mélange équivalents égaux de phosphate de chaux gélatineux, de citrate de soude et de phosphate disodique, on ajoute au liquide trouble obtenu de la lactose pulvérisée, et l'on évapore au bain-marie jusqu'à consistance de miel; on dessèche ensuite à l'étuve à air chaud.

» Si les proportions des éléments acides et basiques qui entrent dans la préparation sont telles que le mélange traité par l'eau distillée donne un liquide neutre au tournesol, ce liquide, chauffé légèrement, s'éclaircit après quelques instants en donnant une solution opalescente. Pour arriver à ce résultat sans lactose, il aurait fallu cinq ou six fois plus de citrate

---

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*. Janvier 1893.

alcalin; le rôle du sucre de lait dans la dissolution du phosphate de chaux est donc de ce fait bien caractérisé.

» Les solutions ainsi obtenues, filtrées au tube poreux, soumises à l'action de la chaleur, saturées de sels alcalins (chlorure de sodium, de potassium, sulfate de soude), se comportent d'une façon analogue aux solutions de matières albuminoïdes; enfin, chose très importante, l'analyse des précipités que les diverses influences font naître dans ces solutions montre qu'ils sont formés de phosphate tribasique de chaux avec excès de chaux à l'état de citrate; et cette séparation est accompagnée d'une augmentation d'acidité de la liqueur surnageante. C'est ce que j'ai aussi constaté avec le lait filtré au tube poreux (II).

» V. L'ensemble de ces expériences nous permet de formuler les conclusions suivantes :

» 1° Le lait contient de l'acide citrique à l'état de citrate alcalin qui contribue à maintenir en dissolution le phosphate de chaux qui est contenu dans cette sécrétion.

» 2° Cette dissolution n'a lieu que grâce au rôle important que joue, dans ce phénomène, la lactose en présence des citrates alcalins.

» 3° Toutes les influences qui peuvent modifier ou détruire l'équilibre moléculaire des sels dissous dans le lait, tendent à précipiter du phosphate tricalcique avec excès de chaux à l'état de citrate.

» Ces faits ont une grande importance; ils nous montrent dans quelles conditions le phosphate de chaux existe à l'état physiologique au sein du liquide qui doit fournir au jeune animal les éléments nécessaires à la formation de ses tissus. »

GÉOLOGIE. — *Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec le flysch.* Note de MM. **L. Duparc** et **E. Ritter**, présentée par M. Fouqué.

« Le grès de Taveyannaz, cette formation curieuse des Hautes-Alpes calcaires, a déjà fait l'objet de plusieurs travaux isolés. Nous en avons entrepris une monographie géologique et pétrographique complète, qui nous a conduits à certains résultats nouveaux que nous allons brièvement résumer.

» Tout d'abord cette formation a une extension plus grande qu'on ne le croit en général, et que ne l'indiquent les cartes les plus récentes. Ce fait provient de ce que souvent on a considéré exclusivement comme grès de Taveyannaz, les grès mouchetés typiques, laissant ainsi de côté bon

nombre de variétés qui simulent à s'y méprendre les grès du flysch, et qu'une analyse microscopique seule permet de déterminer exactement.

» Le grès de Taveyannaz n'occupe également pas le niveau supérieur du flysch; il s'y trouve intercalé, alterne souvent plusieurs fois avec lui; parfois même il paraît être à la base de la formation, et repose directement sur le calcaire nummulitique. Il comporte également certains facies conglomériques à cailloux assez gros, et nettement roulés.

» L'étude pétrographique du grès de Taveyannaz montre que cette roche peut toujours être considérée comme un conglomérat hétérogène à très petits éléments plutôt qu'un grès. En effet, les variétés constituées exclusivement par des individus minéralogiques sont l'exception, ces derniers sont constamment associés à de très petits galets de roches diverses qui se distribuent, comme suit, en :

» 1° *Roches éruptives basiques modernes à deux temps.* — Elles prédominent généralement et se rattachent à des andésites à hornblende et augite, rarement à des andésites micacées, puis aussi à des labradorites de types variés.

» 2° *Roches éruptives anciennes acides, ou aussi roches cristallines.* — Parmi les premières, on rencontre des petites plages de granit et de granulites, puis plus rarement de pegmatites; parmi les secondes, des débris de micaschistes et plus rarement d'amphibolites.

» 3° *Roches détritiques.* — Elles sont abondantes dans certains échantillons, et comprennent soit un grès quartzeux et chloriteux, soit un grès quartzeux à ciment calcaire.

» Les minéraux qui, à l'état d'individus, se trouvent dans le grès de Taveyannaz ont été empruntés à ces trois catégories de roches exclusivement.

» Ce sont : pour la première, magnétite, augite, hornblende brune, mica noir rare, labrador et andésine; pour la deuxième, oligoclase séricitisé, microcline, orthose à filonnets, muscovite et quartz.

» Ce dernier élément a incontestablement une origine granitique; il ne provient nullement d'un diabase quartzifère qui aurait été la roche éruptive première, ayant donné naissance au grès de Taveyannaz, comme l'a pensé M. C. Schmidt [1]. Aucune roche à deux temps du grès de Taveyannaz n'est quartzifère, et la liaison du quartz isolé avec celui des plages granitiques de la roche est évidente.

---

[1] *News Jarbuch für Mineralogie*, t. II; 1888.

» Enfin, la calcite et la chlorite sont abondantes; elles ont une origine secondaire. Les principaux types d'association réalisés sont : 1° Le *type normal* moucheté, formé par des grains et des plages de roches éruptives, réunis à des individus minéralogiques isolés, liés par une matière chloriteuse interstitielle, ou par de la calcite. Le quartz en plages existe toujours, mais il est rare, ainsi que les fragments granitiques. 2° Le *type compact* verdâtre, ressemblant beaucoup à certains grès du flysch; il renferme les mêmes éléments que le précédent, mais il est toujours riche en débris de roches granitoïdes et partant en quartz. Il passe insensiblement aux quartzites du flysch, lesquels sont formés exclusivement de grains roulés de quartz, avec plus ou moins de feldspaths, le tout réuni par un ciment plus ou moins calcaire.

» Quant à l'origine des matériaux éruptifs modernes qui entrent dans la composition du grès de Taveyannaz, nous pensons que ces derniers ne proviennent pas d'épanchements plus ou moins hypothétiques survenus pendant la période de dépôt du flysch sur la bordure septentrionale des Alpes, comme on l'a dit parfois. En effet, les roches éruptives basiques du grès de Taveyannaz n'ont aucun rapport avec celles qui, aux Gets, aux Fenils, etc., percent le flysch; il paraît, du reste, actuellement démontré que celles-ci sont plus anciennes, et que l'origine de leur intrusion dans le flysch est purement mécanique. A notre avis, la parenté des roches éruptives du grès de Taveyannaz doit être recherchée dans les épanchements volcaniques accompagnés de projections, survenus pendant le dépôt du flysch d'une part, et présentant d'autre part les caractères pétrographiques compatibles avec ceux des roches que nous avons trouvées dans le grès de Taveyannaz.

» En comparant ces roches avec celles décrites par M. Munier-Chalmas [1] dans son travail sur le Vicentin, il nous a paru y avoir entre elles une assez grande analogie. Il ne serait donc point impossible que le grès de Taveyannaz eût été formé au détriment des projections volcaniques de cette région, projections qui auraient été amenées par des courants marins en compagnie d'éléments détritiques de roches acides anciennes. Cela expliquerait assez bien les analogies observées, ainsi que les passages du grès de Taveyannaz au flysch et leurs alternances continuelles. Il est également à remarquer que l'époque du flysch correspond à celle des éruptions

---

[1] MUNIER-CHALMAS, *Étude du tithonique, du crétacé et du tertiaire du Vicentin* (Thèse, Paris; 1891.)

basiques du Vicentin; et que, d'autre part, M. Sarasin ([1]), dans un récent travail sur le flysch, fait venir d'une région très voisine (Lugano-Predazzo) les cailloux cristallins et granitiques trouvés dans les conglomérats du flysch; or la liaison de ce dernier avec les grès de Taveyannaz est intime, et les faits cités viendraient à l'appui de cette manière de voir. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le carbonate de chaux de l'eau des lacs.* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Th. Schlœsing.

« Dans deux Communications précédentes ([2]), j'ai montré que la quantité de carbonate de chaux dissoute dans l'eau des lacs variait suivant la profondeur et suivant les saisons; en été, les eaux superficielles en renferment parfois $0^{gr},03$ de moins que les eaux profondes, la teneur de celles-ci étant en moyenne de $0^{gr},12$ à $0^{gr},15$ pour les lacs situés en terrains calcaires; en hiver, au contraire, la composition de l'eau est sensiblement uniforme.

» J'ai cherché à me rendre compte de ces différences en les attribuant à une décalcification par la vie organique.

» Sans nier l'influence de cette décalcification directe qui existe probablement, mais que l'on n'a pas encore pu mesurer, je crois que l'explication du phénomène doit être cherchée principalement dans les lois de M. Schlœsing sur la dissolution du carbonate de chaux en présence de l'acide carbonique ([3]).

» Ce savant a démontré que, pour une température donnée, la quantité y du carbonate de chaux, dissous dans 1^{lit} d'eau à l'état de bicarbonate, est liée à la tension x de l'acide carbonique dans l'atmosphère par la formule $x^m = Ky$, m et K étant deux constantes. M. Schlœsing a fait voir aussi que, pour une même tension, la quantité de bicarbonate dissous décroît avec la température. Ainsi, la tension de l'acide carbonique étant supposée de 0,00029 d'atmosphère de 760, soit à peu près la tension

---

([1]) Ch. Sarasin, *De l'origine des roches exotiques du flysch* (*Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, t. XXXI; 1894).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 712, 20 novembre 1893; et t. CXVIII, p. 612, 12 mars 1894.

([3]) *Ibid.*, t. LXXIV, p. 1552, 24 juin 1872; et t. LXXV, p. 70, 8 juillet 1872. — *Encyclopédie chimique*, t. X. — *Contribution à l'étude de la Chimie agricole*, p. 138 et suiv.

moyenne sur les bords du lac de Genève, on a, d'après la formule de M. Schlœsing, à 45°, 0gr,029 de carbonate de chaux dissous dans 1lit d'eau; à 30°, 0gr,0377; à 16°, 0gr,0496. D'autre part, en faisant passer pendant six jours, dans un jardin au-dessus de Thonon, un courant d'air à travers un flacon rempli de carbonate de chaux et baignant dans une eau dont la température variait de 5°,8 à 6°,8, j'ai trouvé 0gr,0598. Ces chiffres ne s'appliquent, bien entendu, qu'au carbonate de chaux dissous à l'état de bicarbonate; pour avoir le carbonate total, il faut y ajouter la quantité de carbonate neutre dissous, quantité qui varie de 0gr,0116 (à 6°,5) à 0gr,0155 (à 45°).

» Les affluents des lacs calcaires ont presque toujours beaucoup plus de carbonate de chaux que la tension de l'acide carbonique de l'atmosphère ne leur permet d'en dissoudre; j'ai trouvé (toujours en ne tenant compte que du bicarbonate) 0gr,08 pour la Dranse et le Rhône à leur entrée dans le lac de Genève; les affluents des lacs d'Annecy et du Bourget, ainsi que de la plupart des lacs du Jura, ont, d'après les recherches de M. Duparc et les miennes, une moyenne de 0gr,15 à 0gr,20. Cela s'explique facilement si l'on remarque, avec M. Schlœsing, que ces eaux proviennent en grande partie de terrains où l'atmosphère confinée renferme en moyenne 1 pour 100 d'acide carbonique. Mais ces eaux, une fois parvenues dans les bassins lacustres, se trouvent sursaturées de bicarbonate de chaux par rapport à la tension de l'acide carbonique de l'atmosphère; elles doivent donc abandonner une portion de leur bicarbonate, et cela d'autant plus facilement que la température est plus élevée. C'est précisément ce que montrent mes analyses chimiques.

» Dans la plupart des lacs, le passage des couches chaudes aux couches froides se fait en été, en général, à une profondeur comprise entre 10m et 15m, d'une manière très brusque, avec des variations qui atteignent souvent 3° par mètre. J'ai trouvé (lacs de Nantua, d'Aiguebelette) qu'un changement important dans la teneur en carbonate de chaux se faisait à peu près au même point. Il y a, en quelque sorte, un saut chimique qui correspond au saut thermique.

» La vie organique peut cependant intervenir de la façon suivante, soit pour précipiter, soit pour conserver le bicarbonate de chaux de l'eau des lacs. Comme l'a dit M. Schlœsing, la tension du bicarbonate est équilibrée par la tension de l'acide carbonique extérieur, que celle-ci agisse directement ou par l'intermédiaire de la tension égale de l'acide carbonique libre dissous.

» Par conséquent, toute cause qui, dans l'eau d'un lac, modifiera la quantité de cet acide carbonique libre, tendra aussi à modifier la quantité de bicarbonate dissous. Or, l'on sait que les plantes, sous l'influence de la lumière, absorbent de l'acide carbonique : il y a là une nouvelle cause d'appauvrissement des eaux superficielles. D'autre part, dans les profondeurs, à l'abri de la lumière, la vie organique doit absorber de l'oxygène et dégager de l'acide carbonique qui peut contribuer à maintenir le titre des eaux profondes, tout comme si elles séjournaient dans une atmosphère confinée. J'ai trouvé qu'en août dernier le lac de Nantua avait à la surface $0^{gr},011$ d'oxygène dissous par litre, $0^{gr},0084$ à 20^{m}, et $0^{gr},0025$ au fond, à 40^{m}.

» Pour que l'eau d'un lac, à 16°, puisse conserver $0^{gr},15$ de carbonate de chaux dissous à l'état de bicarbonate, il suffit qu'elle renferme environ $0^{gr},01$ d'acide carbonique libre; l'effet est le même que si elle se trouvait dans une atmosphère où l'acide carbonique aurait une tension de 0,005. Ce raisonnement s'applique encore mieux aux eaux profondes dont la température ne s'élève guère au-dessus de 6°. Même, si la proportion d'acide carbonique libre augmente, ces eaux peuvent dissoudre soit les matières qu'elles tiennent en suspension, soit les vases du fond.

» La solubilité relativement très grande du carbonate neutre de magnésie $MgCO^3$ ($0^{gr},245$ par litre d'après Bischof, $0^{gr},970$ à 12° d'après M. Engel) explique pourquoi, ainsi que je l'ai trouvé, la proportion de ce sel ne varie pas dans les diverses régions d'un lac. Quelle que soit leur température, les eaux des lacs de nos régions qui n'en contiennent, en général, que $0^{gr},01$ et $0^{gr},02$ par litre, sont loin d'en être saturées. Il paraît même probable qu'il existe à l'état de sel neutre, et non point à l'état de bicarbonate, la présence de l'acide carbonique n'étant nullement nécessaire pour le dissoudre en si petite quantité. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les relations des déplacements en latitude des lignes de maxima barométriques avec les mouvements en déclinaison de la Lune.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« De 1886 à 1889, j'ai présenté diverses études faites au moyen des Cartes du *Signal Office*, sur les relations entre les mouvements atmosphériques et les mouvements de la Lune.

» La discussion des déplacements des points de départ des alizés et

celle des courbes des pressions moyennes sur plusieurs parallèles terrestres m'ont semblé montrer, d'une façon nette et constante, les effets des différentes révolutions de notre satellite. Une comparaison entre les alizés de 1880 et 1883 avait même déjà jeté du jour sur l'influence de la révolution du nœud.

» Mes résultats n'ont rien qui ne soit en accord avec ceux que des savants autorisés, et notamment M. Bouquet de la Grye, ont déduits d'observations faites en des points déterminés du globe. Toutefois, pour les comparer, il ne faut pas oublier que le mode d'action de la révolution tropique diffère de celui des autres révolutions lunaires. Elle influe sur les conditions atmosphériques moyennes de l'hémisphère; les autres portent presque tous leurs effets sur la distribution des pressions entre les méridiens, les déplacements des points de passage des dépressions et les conditions atmosphériques régionales.

» Pour rendre plus frappants les effets des oscillations barométriques correspondant au mouvement de la Lune en déclinaison, je signale aujourd'hui les déplacements en latitude moyenne des lignes de maxima de pression de la zone tempérée; à la situation de ces lignes se rattachent directement les conditions atmosphériques de la zone.

» Parmi les intervalles annuels pour lesquels ont été dressées les Cartes du *Signal Office*, j'ai pris les deux qui se rapprochent le plus des années extrêmes de la révolution du nœud.

» J'ai calculé les latitudes moyennes des lignes de maxima barométriques tracées au sud des dépressions de la zone tempérée.

» Voici, en degrés de la latitude et dixièmes de degré, les chiffres auxquels je suis arrivé pour les jours dont le midi de Paris est le plus rapproché des lunistices austraux et boréaux (LA et LB) :

Du 15 juin 1878 au 19 juin 1879. — Quatorze révolutions tropiques. (Amplitude moyenne de l'oscillation lunaire : 53°,4)

	15 et 29 juin 1878.	11 et 26 juill.	8 et 22 août.	4 et 19 sept.	1er et 16 oct.	29 octob. et 12 nov.	25 nov. et 10 déc.	23 déc. 1878 et 5 janv. 1879.	19 janv. et 2 févr.	15 févr. et 2 mars.	14 et 29 mars.	11 et 25 avril.	2 et 22 mai.	5 et 19 juin.	Moyennes.
LA......	13°,5	13°,1	10°,3	12°,4	12°,6	18°,9	27°,6	22°,6	29°,1	28°,7	23°,2	20°,8	21°,7	18°,7	19°,5
LB......	23,2	21,0	18,2	19,7	27,5	34,0	33,2	34,8	31,8	36,0	28,0	29,6	30,3	22,6	27,9
D.....	9,7	7,9	7,9	7,3	14,9	15,1	5,6	12,2	2,7	7,3	4,8	8,8	8,6	3,9	8,4

Du 20 *juin* 1883 *au* 22 *juin* 1884. — *Quatorze lunaisons.* (*Amplitude moyenne* 38°,4)

	20 juin et 3 juillet 1883.	17 et 30 juillet.	13 et 26 août.	10 et 22 sept.	7 et 20 oct.	3 et 16 nov.	1er et 14 déc.	28 déc. et 10 janv. 1884.	24 janv. et 7 févr.	21 févr. et 5 mars.	19 mars et 1er avril.	15 et 29 avril.	13 et 26 mai.	9 et 22 juin.	Moyennes.
LA......	15°,9	14°,0	18°,1	20°,2	21°,0	22°,0	21°,9	21°,6	22°,8	21°,0	24°,5	20°,0	19°,4	16°,0	19°,9
LB......	22,5	21,6	25,7	24,0	28,7	33,0	32,2	29,4	27,0	28,4	26,0	23,4	19,5	20,9	25,9
D.....	6,6	7,6	7,6	3,8	7,7	11,0	10,3	7,8	4,2	7,4	1,5	3,4	0,1	4,9	6,0

» Bien qu'encore considérables, les différences entre ces latitudes en LB et LA sont en moyenne, dans l'année 1883-1884, les $\frac{5}{7}$ de celles de 1878-1879.

» La proportion est en soleil austral de $\frac{4}{5}$, en soleil boréal de $\frac{5}{8}$, à l'équinoxe d'automne de $\frac{1}{2}$, en mars, avril, mai de $\frac{1}{3}$.

» Les conditions atmosphériques moyennes sont puissamment et régulièrement influencées par la Lune à chaque révolution tropique et à chaque révolution du nœud.

» A noter que je ne m'attache ici qu'à la situation de la ligne de maxima passant au-dessous des dépressions les plus basses en latitude de la zone tempérée.

» Je chercherai à étudier la question d'une façon plus complète, quand je disposerai des documents utiles pour des années extrêmes et, en particulier, s'il est possible, 1894-1895. »

M. **L. Mirinny** adresse une Note ayant pour titre : « Étude sur la Synthèse mathématique et sur la Résolution générale des équations ».

M. **Victor Delahaye** adresse une Note « Sur l'argon considéré comme un azoture de carbone ».

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 avril 1895.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Mars 1895. Paris, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Service hydrographique de la Marine. Tables des marées de Mojanga (côte ouest de Madagascar), calculées d'avril à décembre 1895. Paris, Imprimerie nationale, 1895; br. in-18. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Mercredi 27 mars 1895; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France. Avril 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances. Année 1895. Séance du 15 mars 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Année 1894. N° 10, contenant les Comptes rendus des Séances de décembre 1894. Paris, Chamerot et Renouard, 1894; 1 fasc. in-8°.

Commission d'exploration du Plateau central du Brésil. Rapport présenté à S. E. M. le Ministre de l'Industrie, de la Voirie et des Travaux publics, par M. L. Cruls, Chef de la Commission. Rio de Janeiro, H. Lombaerts et Cie, 1894; 1 vol. in-4°, avec Atlas. (Présenté par M. Faye.)

Atti della reale Accademia dei Lincei. Anno CCXCI. Serie quinta. Rendiconti; fasc. 6e, 1er semestre. Roma, 1895.

ERRATA.

(Séance du 25 mars 1895.)

Note de MM. *Baillaud* et *Rossard*, Observations de la planète BU (Charlois), etc. :

Page 670, ligne 23, *remplacer* la déclinaison apparente

$$-0^{\circ}30'44'',9$$

par

$$-0^{\circ}30'56'',0.$$